

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

SUN-HYOK CHANG, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **optical fiber amplifier**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NUMBER</u>	<u>DATE OF FILING</u>
Korea	10-2003-0065253	19 September 2003

☒ A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 31 30/09

12400 Wilshire Boulevard, 7th Floor
Los Angeles, CA 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto is a true copy from the records of the Korean Intellectual Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0065253
Application Number

출원 년 월 일 : 2003년 09월 19일
Date of Application SEP 19, 2003

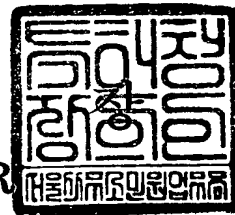
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Institute



2003 년 12 월 04 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0002
【제출일자】	2003.09.19
【발명의 명칭】	광섬유 증폭기
【발명의 영문명칭】	Fiber Amplifier
【출원인】	
【명칭】	한국전자통신연구원
【출원인코드】	3-1998-007763-8
【대리인】	
【명칭】	특허법인 신성
【대리인코드】	9-2000-100004-8
【지정된변리사】	변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천
【포괄위임등록번호】	2000-051975-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	장순혁
【성명의 영문표기】	CHANG, Sun Hyok
【주민등록번호】	720323-1721419
【우편번호】	305-345
【주소】	대전광역시 유성구 신성동 하나아파트 110-1101
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	한진수
【성명의 영문표기】	HAN, Jin Soo
【주민등록번호】	700826-1221114
【우편번호】	305-755
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 125-1505
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정지성
【성명의 영문표기】	JUNG, Ji Sung

【주민등록번호】	760221-1405519
【우편번호】	302-767
【주소】	대전광역시 서구 가수원동 계룡아파트 1-405
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박혁
【성명의 영문표기】	PARK, Heuk
【주민등록번호】	621117-1100817
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 304-1602
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이원경
【성명의 영문표기】	LEE, Won Kyoung
【주민등록번호】	760616-2110214
【우편번호】	607-120
【주소】	부산광역시 동래구 사직동 27-32 (15/2)
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이현재
【성명의 영문표기】	LEE, Hyun Jae
【주민등록번호】	600902-1253619
【우편번호】	305-390
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 나래아파트 107-404
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정희상
【성명의 영문표기】	CHUNG, Hee Sang
【주민등록번호】	690924-1648510
【우편번호】	305-761
【주소】	대전광역시 유성구 전민동 엑스포아파트 106-102
【국적】	KR
【심사청구】	청구

【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인
특허법인 신성 (인)

【수수료】

【기본출원료】 19 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 6 항 301,000 원

【합계】 330,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 165,000 원

【기술이전】

【기술양도】 희망

【실시권 허여】 희망

【기술지도】 희망

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】****1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야**

본 발명은, 광섬유 증폭기에 관한 것임.

2. 발명이 해결하려고 하는 기술적 과제

본 발명은, 중간단의 광섬유에서의 라만 이득의 기울기를 조절하여 전체적으로 평탄한 출력 이득 스펙트럼을 얻음으로써, 넓은 입력 파워 동적 영역을 가지는 광섬유 증폭기를 제공 하는데 그 목적이 있음.

3. 발명의 해결방법의 요지

본 발명은, 넓은 입력 파워 동적 영역을 실현하기 위한 광섬유 증폭기에 있어서, 이득 매질과 적어도 하나 이상의 펌프를 포함하는 제 1 및 제 2이득부; 상기 제 1 및 제 2이득부의 사이에 배치된 광섬유; 상기 광섬유에 펌프광을 인가하기 위한 라만 펌프; 및 상기 라만 펌프로부터 출력된 펌프광을 상기 광섬유에 결합시키기 위한 결합 수단을 포함함.

4. 발명의 중요한 용도

본 발명은 파장 분할 다중 방식(WDM) 광전송 시스템에 이용됨.

【대표도】

도 2

1020030065253

출력 일자: 2003/12/13

【색인어】

광섬유 증폭기, 어븀 첨가 광섬유 증폭기, 라만 증폭기, 파장 분할 다중 방식

【명세서】

【발명의 명칭】

광섬유 증폭기{Fiber Amplifier}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 일반적인 WDM 광전송 시스템의 한 구간(span)의 구조도,

도 2는 본 발명에 따른 광섬유 증폭기의 제 1실시예 구조도,

도 3a 및 도 3b는 상기 도 2의 광섬유 증폭기에서 입력 광파워가 커졌을 때 출력의 이득 스펙트럼을 평탄하게 할 수 있는 기본 원리를 설명하기 위한 일예시도,

도 4는 본 발명에 따른 광섬유 증폭기의 제 2실시예 구조도,

도 5는 상기 도 2의 광섬유 증폭기의 입력 파워의 변화에 따른 이득 스펙트럼의 변화를 설명하기 위한 일실시예 그래프.

*도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

101 : 전송로 102 : 선로 증폭기

103, 104, 206, 414, 422, 431, 432 : WDM 결합기

105, 106, 205, 423 : 라만 펌프 415, 434, 435 : 펌프 LD

107 : 경로 201, 202 : 이득 블록

203, 404 : 이득 평탄화 필터 204 : 광섬유

413 : 광고립기 412, 433 : EDF

421 : DCF

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 광섬유 증폭기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 파장 분할 다중 방식(Wavelength Division Multiplex; 이하, 간단히, 'WDM'이라 함) 광전송 시스템에서 넓은 입력 파워 동적 영역(wide input power dynamic range)을 가지는 광섬유 증폭기에 관한 것이다.
- <15> 최근, 인터넷의 급속한 발전에 힘입어 전송 용량의 수요가 급격히 증가하였다. WDM 광전송 시스템은 대용량 전송에 적절한 기술로서 이러한 수요를 충족시킬 만한 해결책으로 대두되고 있다.
- <16> 어븀 첨가 광섬유 증폭기(Erbium Doped Fiber Amplifier; 이하, 간단히 'EDFA'라 함)나 광섬유 라만 증폭기(Fiber Raman Amplifier; FRA)등의 광섬유 증폭기는 넓은 이득 밴드(gain bandwidth)를 가지고 있어, WDM 광전송 시스템에서의 증폭기로 유용하게 이용될 수 있는 중요한 기술이다.
- <17> 대부분의 WDM 광전송 시스템에서는 전송로의 한 구간이 끝난 후 작아진 신호광의 광파워를 다시 증폭시켜 다음 구간으로 연결시켜주는 선로 증폭기(line amplifier)로 EDFA를 주로 이용하고 있다.

- <18> 채널 수의 변동이나 전송로에서의 손실 변화에 의하여 EDFA의 입력 파워는 변화할 수 있는데, 이러한 경우에도 EDFA는 일정한 이득(constant gain) 또는 일정한 채널 출력 파워(constant channel power)를 유지하는 자동제어 기능이 요구된다.
- <19> 일반적으로 EDFA의 입력이 변화하면 출력의 이득 스펙트럼은 기울기를 가지게 되는데, 펌프 파워의 조절, 중간단의 손실 조절, 광 피드백(optical feedback) 등의 제어 방법에 의하여 평탄한 출력 이득 스펙트럼을 얻도록 하고 있다.
- <20> 분배형 라만 증폭기(Distributed Raman Amplifier; 이하, 간단히 'DRA'라 함)는 전송로를 직접 라만 펌프를 이용하여 펌핑함으로써 전송로에서의 신호광의 손실을 감소시키고, 따라서 전송로를 지난 후의 신호광의 광신호대 잡음비(Optical Signal to Noise Ratio; OSNR)를 증가시킴으로써 전송 성능의 향상을 위하여 이용되고 있다.
- <21> 그러나, EDFA를 선로 증폭기로 이용하는 기존의 WDM 전송 시스템에서 DRA를 도입하는 경우 광선로에서 라만 증폭기에 의해 증폭된 광신호가 EDFA로 입력하게 되므로, EDFA의 입력이 너무 커서 자동 이득 제어(Automatic Gain Control; 이하, 간단히 'AGC'라 함)가 동작할 수 있는 입력 파워의 동적 영역(input power dynamic range)을 벗어나, AGC의 기능이 동작할 수 없는 문제점이 있다.
- <22> 이러한 문제점으로 인하여 기존의 광선로에서 DRA를 도입하는 경우, EDFA 역시 그 입력 파워에 맞도록 재설계하여 도입하여야 하는 문제점이 발생한다.
- <23> 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 입력 파워의 동적 영역(input power dynamic range)이 매우 넓은 광섬유 증폭기가 요구된다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<24> 본 발명은, 상기한 바와 같은 요구에 부응하기 위하여 제안된 것으로, 중간단의 광섬유에서의 라만 이득의 기울기를 조절하여 전체적으로 평탄한 출력 이득 스펙트럼을 얻음으로써, 넓은 입력 파워 동적 영역을 가지는 광섬유 증폭기를 제공하는데 그 목적이 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<25> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 넓은 입력 파워 동적 영역을 실현하기 위한 광섬유 증폭기에 있어서, 이득 매질과 적어도 하나 이상의 펌프를 포함하는 제 1 및 제 2이득부; 상기 제 1 및 제 2이득부의 사이에 배치된 광섬유; 상기 광섬유에 펌프광을 인가하기 위한 라만 펌프; 및 상기 라만 펌프로부터 출력된 펌프광을 상기 광섬유에 결합시키기 위한 결합 수단을 포함하는 광섬유 증폭기를 제공한다.

<26> 본 발명에 따른 광섬유 증폭기는, 입력 파워의 동적 영역이 매우 넓어 DRA를 이용하여 전송 성능을 향상시키고자 할 때 교체 없이 그대로 사용할 수 있다.

<27> 본 발명에 따른 광섬유 증폭기는 라만 증폭이 없는 경우와 있는 경우 모두 사용이 가능하므로, 본 발명의 광섬유 증폭기를 이용하는 WDM 광전송 시스템에서는 구간 손실, 전송 거리, 전송 성능 등의 필요에 의하여 라만 증폭기 설치 여부를 선택할 수 있게 된다.

<28> 상술한 목적, 특징들 및 장점은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조 번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하

고 있음에 유의하여야 한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다.

<29> 도 1은 일반적인 WDM 광전송 시스템의 한 구간(span)의 구조도이다.

<30> 도면에 도시된 바와 같이, 신호광(signal)은 전송로(transmission line) (101)를 지나며, 상기 전송로(101)를 지나면서 손실을 겪은 후 선로 증폭기(line amplifier)(102)에서 다시 증폭되어, 다음 구간으로 진행하게 되며, '107'은 신호광의 경로(path)를 나타내고 있다.

<31> 상기 전송로(101)는 단일 모드 광섬유(Single-Mode Fiber; SMF), 분산 편이 광섬유(Dispersion Shifted Fiber; DSF), NZ-DSF 등의 광섬유 특성에 따라 달라질 수 있으며, 그 길이 또한 전체 전송 거리 등에 따라 다르게 구성될 수 있다.

<32> 장거리 전송 시스템에서는 한 구간(span)의 전송 거리는 80 ~ 100 km 정도가 일반적이며, 상기 선로 증폭기(102)로는 EDFA가 많이 이용되고 있다. WDM 광전송 시스템의 전송 채널 수는 40 ~ 160개 정도로서, 모든 채널이 동시에 전송될 때 선로 증폭기인 EDFA의 전체 입력 파워는 -5 ~ 0 dBm 정도가 일반적이다.

<33> WDM 광전송 시스템에서는 전송 성능 또는 전송 거리를 향상시키기 위하여 DRA를 이용할 수 있다. 즉, 상기 도 1과 같이 WDM 결합기(coupler)(103, 104)를 이용하여 라만 펌프(105, 106)의 출력을 상기 전송로(101)로 입사하도록 하여, 신호광이 펌프광에 의하여 유도되는 라만 이득을 얻을 수 있도록 구성된다.

- <34> 이 경우 라만 이득은 펌프 파워에 따라 달라지며, 일반적으로 5 ~ 15 dB 정도의 이득을 얻도록 설계된다. 따라서 상기 선로 증폭기(102)의 전체 입력 파워는 +5 ~ +15 dBm 정도의 값으로 커지게 된다.
- <35> DRA가 도입되지 않은 경우 상기 선로 증폭기(102)로 많이 이용되는 EDFA가 입력 파워 -5 ~ 0 dBm에서 동작한다 할 때, DRA를 도입하게 되면 입력 파워는 +5 ~ +15 dBm정도로 증가하게 되고, 그 결과로 EDFA는 평탄한 이득 스펙트럼을 얻을 수가 없다.
- <36> 즉, 입력 파워의 동적 영역(input power dynamic range)의 한계 때문에 +5 ~ +15 dBm 영역에서 동작하려면, EDFA는 재설계되어 새로 도입되어야 한다.
- <37> 도 2는 본 발명에 따른 광섬유 증폭기의 제 1실시에 구조도로서, 상기와 같은 입력 파워의 동적 영역(input power dynamic range)의 문제점을 해결하기 위하여 제안된 것이다.
- <38> 도면에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 광섬유 증폭기는, 제 1 및 제 2이득 블록(201, 202), 이득 평탄화 필터(203), 광섬유(204), 라만 펌프(205) 및 WDM 결합기(206)를 포함한다.
- <39> 상기 제 1 및 제 2이득 블록(201, 202)은 각각 입력되는 광신호를 증폭하도록 설계되는 것으로, 이득 매질(gain medium)과 적어도 1개 이상의 펌프에 의해 구성되어 이득(optical gain)이 발생하도록 구성된다.
- <40> 이때, 상기 이득 매질은 희토류 첨가 광섬유(rare earth doped fiber) 또는 희토류 첨가 도파관(rare earth doped waveguide)일 수 있다.

- <41> 상기 제 1 및 제 2이득 블록(201, 202)의 사이에 상기 광섬유(204)를 배치하고, 라만 이득을 얻기 위하여 상기 라만 펌프(205)를 상기 WDM 결합기(206)를 이용하여 광섬유(204)에 결합되도록 한다.
- <42> 상기 광섬유(204)는 분산 보상 광섬유(Dispersion Compensated Fiber; 이하, 간단히 'DCF'라 함), 고비선형 광섬유(Highly Non-Linear Fiber; 이하, 간단히 'HNLF'라 함), SMF 또는 이들의 조합 등일 수 있으며, 라만 이득을 충분히 얻을 수 있는 매질이면 가능하다.
- <43> 상기 이득 평탄화 필터(203)는 광섬유 증폭기를 통과한 후의 이득 평탄도를 개선하기 위하여 광의 진행 경로에 배치될 수도 있다.
- <44> 도 3a 및 도 3b는 상기 도 2의 광섬유 증폭기에서 입력 광파워가 커졌을 때 출력의 이득 스펙트럼을 평탄하게 할 수 있는 기본 원리를 설명하기 위한 일예시도로서, 도 3a는 입력 파워가 작을 때 출력의 이득 스펙트럼을 나타낸 것이며, 도 3b는 입력 파워가 클 때 출력의 이득 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- <45> λ_i 와 λ_f 는 각각 WDM 신호광 밴드의 시작 파장과 끝 파장을 나타낸다. 입력 파워가 작을 때(즉, 전송로에 DRA가 없을 때), 상기 제 1이득 블록(201)은 "A"와 같은 이득 기울기(slope)를 가지도록 디자인된다.
- <46> 상기 광섬유(204)에서 발생하는 라만 이득의 모양은 상기 라만 펌프(205)의 파장에 의하여 결정된다. 라만 이득의 최대값(peak)을 λ_f 근처가 되도록 해주면, 신호광 밴드 내에서의 라만 이득은 "B"와 같은 이득 기울기를 가지게 된다.

- <47> 따라서, 상기 제 1이득 블록(201)의 이득 기울기 A와 상기 광섬유(204)에서 얻어지는 라만 이득의 기울기 B는 서로 반대 방향이며, 이를 잘 조절하면 제 2이득 블록(202)을 지난 후 평탄한 출력 스펙트럼을 얻을 수 있다.
- <48> 상기 도 3a에 도시된 기울기는 개략적인 방향만을 나타내며, 실제의 이득 값은 선형에서 벗어난 모양을 가질 수 있다.
- <49> 이의 개선을 위하여 상기 이득 평탄화 필터(203)가 요구된다. 상기 제 2이득 블록(202)은 대체적으로 평탄한 입력 스펙트럼이 들어와서 평탄한 출력 스펙트럼을 얻을 수 있도록 구성된다. 또한 상기 제 2이득 블록(202)은 출력 파워를 충분히 크게 하도록 설계될 수 있다.
- <50> 상기 도 2와 같은 구조의 광섬유 증폭기에서 입력 파워가 클 때(즉, 전송로에 DRA가 있을 때) 각 단에서의 이득 기울기는 상기 도 3b와 같이 변하게 된다.
- <51> 상기 제 1이득 블록(201)을 지난 후의 이득 기울기는 "C"와 같이 이득 기울기가 작아지고, 또한 이득값 또한 작아진다. 이것은 입력 파워가 커짐에 따라 상기 제 1이득 블록(201)의 이득이 많이 포화(saturation)되었기 때문이다. 이 경우에는 라만 펌프를 낮추어 주면 라만 이득이 줄어들며 "D"와 같이 라만 이득의 기울기가 작아진다. 따라서 C 및 D의 조합에 의하여 평탄한 출력을 얻을 수 있다.
- <52> 이와 같은 설명은 개략적인 것으로서 실제 구현에서는 상기 제 1이득 블록(201)과 상기 광섬유(204)에서의 이득 특성과 함께 상기 이득 평탄화 필터(203)와 상기 제 2이득 블록(202)의 설계 또한 중요하다 할 수 있다.
- <53> 도 4는 본 발명에 따른 광섬유 증폭기의 제 2실시에 구조도로서, 상기 도 2의 광섬유 증폭기에 구체적인 예를 설명하기 위한 것이다.

- <54> 본 발명의 광섬유 증폭기는, 광고립기(isolator)(413), 짧은 길이의 EDF(412), WDM 결합기(414, 422, 431 및 432), DCF(421), 라만 펌프(423), 펌프 LD (415, 434 및 435), 이득 평탄화 필터(404) 및 긴 길이의 EDF(433)를 포함하고 있다.
- <55> 상기 제 1이득 블록(201)으로서, 본 발명의 일실시예에서는 짧은 길이의 EDF(412)를 사용하였으며, 이를 후방향 펌핑하는 구조로 만들어졌다.
- <56> 상기 펌프 LD(415)로부터 출력되는 펌프광은 상기 WDM 결합기(414)에 의해 상기 EDF(412)로 입사된다. 본 발명의 일실시예에서는 상기 짧은 길이의 EDF(412)를 이용함으로써 상기 도 3에서 설명한 이득 기울기를 얻을 수 있도록 하였다.
- <57> 또한, 본 발명에서는 라만 이득을 얻을 수 있는 광섬유로서, 상기 DCF(421)를 이용하였으며, 라만 펌프(423)로부터 출력되는 펌프광이 상기 WDM 결합기(422)를 통하여 상기 DCF(421)에 입사될 수 있다. 상기 라만 펌프(423)의 파장은 상기 도 3에서 설명한 바와 같이 신호광 파장 밴드의 끝쪽에서 최고의 이득값(peak)을 가지도록 선택되었다.
- <58> 한편, 본 발명에서, 제 2이득 블록(202)으로서 상기 긴 길이의 EDF(433)를 사용하여 양방향 펌핑하여 큰 출력 파워를 얻을 수 있도록 구성되었다.
- <59> 도 5는 상기 도 2의 광섬유 증폭기의 입력 파워의 변화에 따른 이득 스펙트럼의 변화를 설명하기 위한 일실시예 그래프로서, 입력 채널 수가 40개일 때 그 예이다.
- <60> 도면에 도시된 바와 같이, 입력 파워가 -2dBm일 때는 출력이 완전히 평탄한 이득 스펙트럼을 이루었으며 이득이 25dB로 출력 파워는 +23dBm이었다.
- <61> 입력 파워가 +5dBm으로 올라갔을 때 415, 434 및 435의 상기 펌프 LD의 펌프광 파워는 그대로 두고, 423의 라만 펌프의 펌프광을 조절하여 상기 도 3b와 같은 방식으로 조건을 맞추

어 주었다. 이 때의 이득 스펙트럼을 도 5에서 확인할 수 있으며, 이 때의 출력 역시 +23dBm이었다.

<62> 이와 같은 방법으로 입력이 +10dBm, +15dBm으로 변화하였을 때 423의 펌프광 만을 조절하여 도 5에서와 같이 평탄한 이득 스펙트럼을 얻을 수 있었다.

<63> 이 때 출력값을 일정하게 얻기 위하여 434 및 435의 펌프광을 조절할 수도 있다. 입력 파워가 커짐에 따라 이득 스펙트럼의 기울기는 대체적으로 평탄하지만, 약간의 편이(deviation)가 있음을 볼 수 있다.

<64> 입력 파워가 클수록 이득 편이는 커졌으나, 입력 파워가 +15dBm일 때에도 이득 편이는 +/- 1 dB 이하를 유지할 수 있어 큰 문제가 되지 않았다.

<65> 이상에서 상기 도 2 와 같은 구조의 광섬유 증폭기에서 상기 도 3과 같은 방법으로 이득 스펙트럼을 평탄하게 만들 수 있음을 확인할 수 있었다. 따라서 상기 도 2와 같은 구조의 광섬유 증폭기를 선로 증폭기로 사용할 경우, 광선로에 DRA를 도입할 때 선로 증폭기의 교체 없이 그대로 이 광섬유 증폭기를 사용할 수 있음을 볼 수 있다.

<66> 한편, 상기 도 4의 광섬유 증폭기의 경우, 전체널이 전송될 경우 광섬유 증폭기의 입력 파워는 광선로에서의 DRA의 이득에 따라 -2 ~ +15 dBm의 값을 가진다. 또한, DRA가 없을 때, 채널이 애드-드랍(add-drop)되어 입력 파워가 변화하는 경우를 고려하면 -21 ~ -2 dBm의 값을 가진다.

<67> 이와 같이 넓은 영역의 입력값에서 평탄한 이득 스펙트럼을 얻을 수 있으므로 입력 파워의 동적 영역은 36dB에 이를 수 있다.

<68> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【발명의 효과】

<69> 상기한 바와 같은 본 발명은, 두 단의 증폭기 중간에 라만 이득을 얻을 수 있도록 광섬유를 배치하고, 첫번째 이득단의 이득 기울기와 라만 이득의 기울기를 적절히 조절하여 평탄한 이득 스펙트럼을 얻을 수 있게 함으로써, 입력 파워가 매우 큰 경우에도 평탄한 이득 스펙트럼을 얻을 수 있어 매우 큰 입력 파워 동적 영역(input power dynamic range)을 실현할 수 있도록 하는 효과가 있다.

<70> 따라서, 본 발명은 광선로에서 DRA를 새로이 도입하여 선로 증폭기의 입력이 상당히 커질 경우에도, 교체 없이 사용할 수 있는 선로 증폭기로 이용될 수 있도록 하는 효과가 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

넓은 입력 파워 동적 영역을 실현하기 위한 광섬유 증폭기에 있어서,
이득 매질과 적어도 하나 이상의 펌프를 포함하는 제 1 및 제 2이득부;
상기 제 1 및 제 2이득부의 사이에 배치된 광섬유;
상기 광섬유에 펌프광을 인가하기 위한 라만 펌프; 및
상기 라만 펌프로부터 출력된 펌프광을 상기 광섬유에 결합시키기 위한 결합 수단
을 포함하는 광섬유 증폭기.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,
이득 평탄도를 개선하기 위한 이득 평탄화 필터
를 더 포함하는 광섬유 증폭기.

【청구항 3】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 제 1이득부의 이득 매질은,
희토류 첨가 광섬유와 희토류 첨가 도파관 중 어느 하나인 것
을 특징으로 하는 광섬유 증폭기.

【청구항 4】

제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 제 2이득부의 이득 매질은,
회토류 첨가 광섬유와 회토류 첨가 도파관 중 어느 하나인 것
을 특징으로 하는 광섬유 증폭기.

【청구항 5】

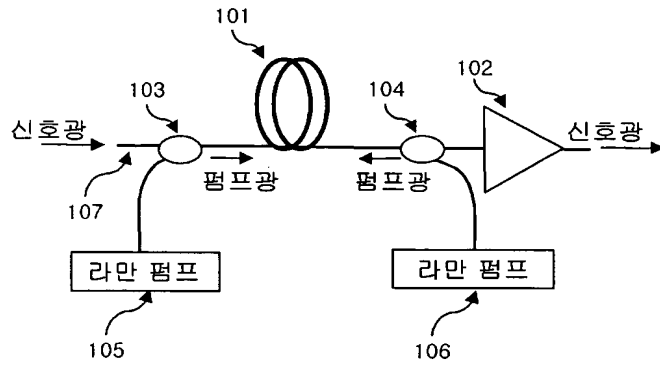
제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 제 1이득부 및 상기 광섬유는,
상기 제 1이득부의 이득 기울기와 상기 광섬유의 라만 이득의 기울기를 조절하여 평탄한
이득 스펙트럼을 얻을 수 있도록 설계되는 것
을 특징으로 하는 광섬유 증폭기.

【청구항 6】

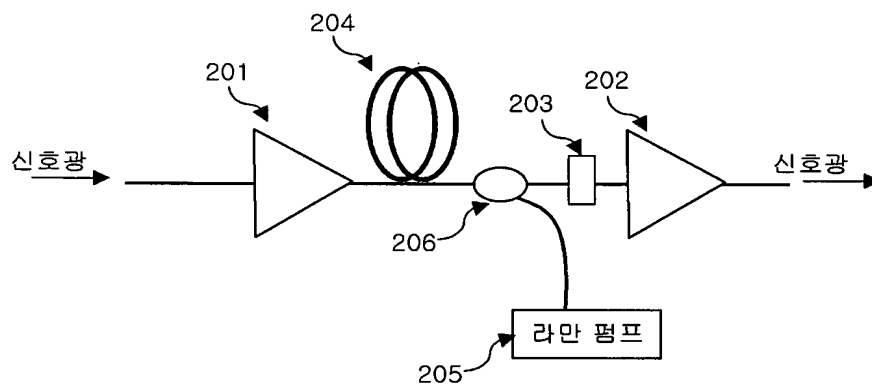
제 1항 또는 제 2항에 있어서,
상기 광섬유는,
분산 보상 광섬유(DCF), 고비선형 광섬유(HNLF), 단일 모드 광섬유(SMF) 또는 이들의 조
합 중 어느 하나인 것
을 특징으로 하는 광섬유 증폭기.

【도면】

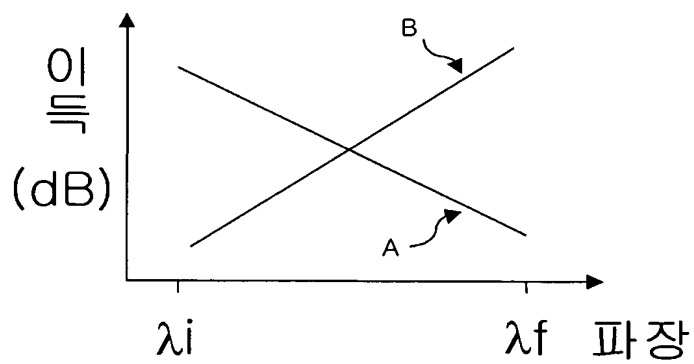
【도 1】



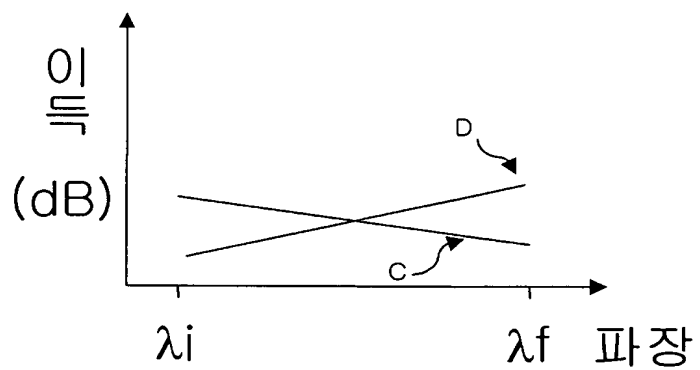
【도 2】



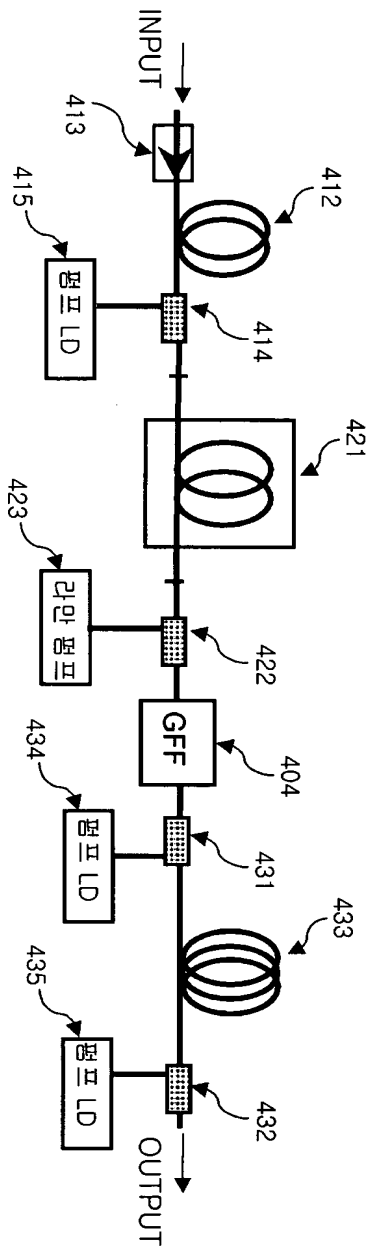
【도 3a】



【도 3b】



【도 4】



【도 5】

